

DE 102004033090 A1

Anmeldeland: DE
Anmeldenummer: 102004033090
Anmeldedatum: 08.07.2004
Veröffentlichungsdatum: 09.02.2006
Hauptklasse: C23C 30/00
Nebenkategorie: C23C 28/00
Nebenkategorie: F16D 13/64
Nebenkategorie: F16D 65/12
MCD-Nebenkategorie: C23C 28/00(2006.01,A)
MCD-Nebenkategorie: C23C 30/00(2006.01,A)
MCD-Nebenkategorie: F16D 13/64(2006.01,A)
MCD-Nebenkategorie: F16D 65/12(2006.01,A)
CPC: F16D 13/64
CPC: F16D 2065/785
CPC: F16D 2250/0046
CPC: F16D 2300/02
ECLA: F16D 13/64
Entgegenhaltung (PL): DE 000003937616 A1
Entgegenhaltung (PL): DE 000010312773 A1
Entgegenhaltung (PL): DE 000019805868 C2
Entgegenhaltung (PL): DE 000019946593 A1
Entgegenhaltung (PL): EP 000000658066 B1
Entgegenhaltung (PL): JP 000H03158468 A
Entgegenhaltung (PL): JP 0000S6326371 A
Entgegenhaltung (PL): US 020020022389 A1
Entgegenhaltung (PL): WO 002001061719 A1
Erfinder: RENNEBECK KLAUS, DE
Anmelder: RENNEBECK KLAUS, DE
Anmelder: SCHELLER ALBERT, DE

[DE]Element zur Wärmeableitung

[EN]Heat conduction element useful especially when containing hollow fibers, as a brake disk, coupling disk, cutting tool, a vehicle bearing, cylinder or piston, or a vehicle tire includes boron doped electrically conductive diamond coating

[DE]Die Erfindung betrifft ein Element zur Wärmeableitung, wobei das Element mit einer Beschichtung mit Bor-dotiertem, elektrisch leitendem Diamant versehen ist. Das Element wird vorzugsweise durch eine Voll- oder Hohlfaser gebildet, welche textile Eigenschaften aufweist.

[EN]Heat conduction element including a boron doped electrically conductive diamond coating or a layer of Si, Si carbide, Zr oxide, Al oxide, sapphire and/or leucosapphire and can contain hollow fibers. An independent claim is included for a component including the element.

Seite 2 --- ()

[0001] Die Erfindung betrifft ein Element zur Wärmeableitung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

[0002] Bei Bremscheiben, aber auch bei Reifen und anderen stark belasteten Teilen kommt es häufig zu Problemen bei der Wärmeableitung.

[0003] Aus der DE 691 17 140 T1 ist ein polykristallines Diamantwerkzeug sowie ein Verfahren für seine Herstellung bekannt, welches eine hohe Festigkeit, hohen Haftwiderstand, hohe Wärmebeständigkeit und hohe Abriebfestigkeit aufweist. Dabei weist das Diamantwerkzeug einen Werkzeugkörper mit einer Kantenfläche und einem polykristallinen Diamantplättchen auf, das an der Kantenfläche getragen wird, wobei das Plättchen eine Spanfläche und eine Fixierfläche aufweist und mehr als 40 µm Dicke besitzt, und das Plättchen eine Dotierstoffkonzentration aufweist, die sich in seiner Dickenrichtung derart verändert, dass die Dotierstoffkonzentration an der Spanfläche weniger als 5% beträgt und geringer ist, als die Dotierstoffkonzentration an der Fixierfläche. Das Plättchen ist hierbei als separates Element durch Aufdampfen auf ein Substrat hergestellt, vom Substrat getrennt und an der Kantenoberfläche des Körpers durch eine Hartlotschicht derart angebracht, dass diejenige Fläche zur Spanfläche wird, welche vom Substrat getrennt wurde. Dabei sind als Dotierstoffe in der Nähe der Fixierfläche Silizium, Bor oder Aluminium, oder Carbide, Oxide oder Nitride von Silizium, Bor oder Aluminium, oder Wolfram, Molybdän, Cobalt, Eisen, Niob oder Tantal, oder Carbide, Oxide oder Nitride von Wolfram, Molybdän, Cobalt, Eisen, Niob oder Tantal, oder ein Halogen (Fluor, Chlor, Brom oder Jod), oder Halogenide von Silizium, Bor, Aluminium, Re, Wolfram, Molybdän oder Eisen, oder ein Pulver von einem oder von mehr als einem Metall, Halbmetall oder Nicht-Metall des Periodensystems, oder einem Pulver von einem oder mehr als einem Carbid, Nitrid oder Oxid von Metallen, Halbmetallen oder Nicht-Metallen des Periodensystems vorgesehen. Eine derartige Ausgestaltung ist zwar für Werkzeuge geeignet, für andere Anwendungsfälle nicht. Insbesondere lässt die Wärmeableitung zu Wünschen übrig.

[0004] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein Element zur Verfügung zu stellen, das die Wärmeableitung verbessert und möglichst vielseitig einsetzbar ist.

[0005] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Element mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0006] Erfindungsgemäß ist ein Element vorgesehen, das Element mit einer Beschichtung aus mit Bor-dotiertem, elektrisch leitendem Diamant versehen ist. Das Element wird vorzugsweise durch mindestens eine Voll- oder Hohlfaser gebildet, welche textile Eigenschaften aufweist. Auf Grund der textilen Eigenschaften lassen sich auch eine Vielzahl von Fasern einfach verarbeiten, insbesondere verstricken oder verweben, wobei insbesondere auch räumliche Gestricke möglich sind.

[0007] Die Verwendung von Hohlfasern oder anderen mit Hohlräumen versehenen Elementen ermöglichen eine Material- und Gewichtsersparnis, wodurch unter anderem die Kosten gesenkt werden können.

[0008] Das Element weist bevorzugt mindestens einen oder eine Mehrzahl von Hohlräumen auf, deren Längserstreckung größer als ihr hydraulisch gleichwertiger Durchmesser ist.

[0009] Unter der Beschichtung aus Diamant ist bevorzugt als Basismaterial oder als Schicht Silizium, Siliziumcarbid, Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid, insbesondere in der Form als Saphir und/oder Leukosaphir, vorgesehen. Diese Materialien lassen sich gut verarbeiten, insbesondere bei sehr geringen Abmessungen der auszubildenden Voll- oder Hohlfasern, und mit Kohlenstoff beschichten.

[0010] Bevorzugt weist das Element, insbesondere die Voll- oder Hohlaser, Abmessungen von maximal 10 µm, insbesondere von maximal 6 µm, in mindestens zwei Richtungen auf, wobei die Längserstreckung in der dritten Richtung deutlich größer als die maximale Längserstreckung in den anderen Richtungen ist. Bei Hohlfasern ist ein Verstricken in der Regel bis zu einem hydraulisch gleichwertigen Außendurchmesser von ca. 5 µm problemlos möglich. Bei größeren Außendurchmessern ist eine Verarbeitung schwieriger.

[0011] Ist das Element als Folie oder Hohlaser ausgebildet, so hat es bevorzugt eine Wandstärke von maximal 1 µm, insbesondere von 10 bis 100 nm. Diese Wandstärken ermöglichen eine gute Trägerfunktion für die Diamantbeschichtung und unterstützen die Wärmeableitung.

[0012] Die Bor-dotierte Diamantbeschichtung weist bevorzugt eine sehr geringe Dicke, insbesondere von 3 bis 10 Atomlagen, auf. Eine derartige Beschichtungsdicke lässt sich relativ schnell aufbringen und ist aus herstellungstechnischen Gründen deutlich kostengünstiger als eine dickere Beschichtung, hat jedoch sehr gute wärmeableitende Eigenschaften und eine sehr gute elektrische Leitfähigkeit.

Seite 3 --- ()

[0013] Das Element wird bevorzugt in einer Bremsscheibe, einer Kupplungsscheibe, einem Werkzeug, insbesondere einem spanabhebenden oder dem Trennen dienenden Werkzeug, einem Lager, einem Zylinder oder Kolben für einen Motor oder einem Fahrzeug-Reifen verwendet, wobei es insbesondere in ein anderes Material eingegossen ist. Dabei kann es sich bevorzugt um ein Leichtmetall, insbesondere Aluminium oder Magnesium, oder eine Leichtmetall-Legierung handeln. Andere Materialien sind ebenfalls möglich.

[0014] Auf Grund der antibakteriellen und fungiziden Eigenschaften von mit Bor-dotiertem Diamant kommt insbesondere auch die Medizintechnik oder der Maschinenbau mit sämtlichen Maschinen, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen, als Verwendungsgebiet in Frage, zum Beispiel bei der Anwendung eines entsprechenden Elements in einem Lager.

[0015] Im Folgenden ist die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen, teilweise unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Einzelnen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

[0016] Fig. 1 einen schematisch dargestellten, stark vergrößerten Schnitt durch eine Hohlaser gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel entlang Linie I-I von Fig. 2,

[0017] Fig. 2 einen teilweise dargestellten, stark vergrößerten Längsschnitt der Hohlaser von Fig. 1,

[0018] Fig. 3 eine Ansicht einer wendelförmig gewickelten Hohlaser gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel, wobei die Wickelnähte zur Verdeutlichung dicker dargestellt sind,

[0019] Fig. 4 einen Schnitt durch eine auseinandergezogene Anordnung von Nano- und Mikrohöhlräumen, die durch vier Folien gebildet ist, vor Bildung einer Hohlaser zweiter Ordnung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel,

[0020] Fig. 5 eine ausschnittsweise dargestellte Draufsicht auf eine Hohlaser zweiter Ordnung gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel, und

[0021] Fig. 6 einen teilweise dargestellten Schnitt quer durch die Längsachse einer Hohlaser zweiter Ordnung gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel.

[0022] Gemäß dem ersten, nicht in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiel ist eine Hohlaser, bestehend aus Zirkoniumoxid, welches auf der Außenseite mit einer Beschichtung aus mit Bor-dotiertem, elektrisch leitendem Diamant versehen ist, vorgesehen. Auf Grund der sehr geringen Durchmesser-Abmessungen der Hohlaser weist diese textile Eigenschaften auf und ist somit unter anderem verstrickbar. Um diese textilen Eigenschaften zu gewährleisten, weist die Hohlaser einen Außendurchmesser von 4 µm auf. Die Wandstärke beträgt 100 nm.

[0023] Die Herstellung der Hohlaser erfolgt auf im Prinzip bekannte Weise, beispielsweise mittels Extrudieren oder Gießen einer Folie, in Streifen schneiden und Wickeln, wobei gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel nach der Ausformung der Hohlaser, vorliegend aus Zirkoniumoxid, die Beschichtung mit Bor-dotiertem Diamant mittels CVD (Chemical Vapour Deposition) aufgebracht wird. Die Beschichtung hat eine Schichtdicke von ca. 10 Atomlagen. Das Beschichten kann im Prinzip erfolgen, wie in der DE 691 17 140 T2, auch unter Bezugnahme auf den Stand der Technik, beschrieben, wobei jedoch als Dotierstoff Bor vorgesehen ist, allerdings in einer konstanten Konzentration über die Schichtdicke. Dabei liegt die Bor-Konzentration bevorzugt bei maximal 10 Gew.-%, insbesondere bei ca. 5 Gew.-%.

[0024] Im Falle einer aus einer Folie gewickelten Hohlaser kann die Aufbringung der Diamant-Beschichtung auf der Folie auch vor oder nach dem Schneiden, bevorzugt aber vor dem Wickeln erfolgen. Natürlich kann auch eine beschichtete Folie oder Scheibe geschnitten, insbesondere im Plasma-Schneidverfahren, und anschließend gewickelt werden.

[0025] Die Beschichtung mit Bor-dotiertem Diamant kann auch erst nach einer Verarbeitung der Hohlaser erfolgen, beispielsweise nach dem eine Mehrzahl von Fasern zu Fäden zusammengefügt wurden und diese gegebenenfalls weiterverarbeitet, insbesondere verstrickt, wurden, was den Vorteil der besseren Handhabbarkeit der sehr dünnen Hohlaser hat.

[0026] Als Basismaterial, das gegebenenfalls auch nur in Form einer Schicht vorliegen kann, kommen neben Zirkoniumoxid insbesondere auch Silizium, Siliziumcarbid, Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid, insbesondere auch in der Form von Saphir und/oder Leukosaphir, in Frage.

[0027] Alternativ zu einer Hohlaser kann auch eine Vollaser verwendet werden, die auf ihrer Außenseite entsprechend mit einer Bor-dotierten Diamantschicht versehen ist.

[0028] Fäden, bestehend aus einer Mehrzahl von derartige beschichteter Voll- und/oder Hohlaser, werden auf im Prinzip bekannte Weise miteinander zu einem dreidimensionalen Gestrick verstrickt, welches gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel als

Seite 4 --- ()

wärmeableitendes Element in einem Zylinder eines Kraftfahrzeugmotors dient. Hierbei ist das wärmeableitende Element auf bekannte Weise in eine herkömmliche Aluminium-Legierung eingegossen. Eine entsprechende Verwendung in einem Kolben ist ebenfalls möglich, wobei insbesondere die elektrische Leitfähigkeit ausgenutzt wird.

[0029] Natürlich können auch unverstrickte Einzelfasern eingegossen werden, wobei die Anordnungsdichte der Fasern entsprechend dem gewünschten Wärmefluss gewählt werden kann, so dass eine optimierte Wärmeableitung unter Ausnutzung der elektrischen Leitfähigkeit möglich ist.

[0030] Die textilen Eigenschaften von Hohlaser können, insbesondere bei größeren Durchmessern, d.h. insbesondere ab ca. 5 µm Außendurchmesser, dadurch verbessert werden, dass sie zumindest bereichsweise faltenbalgartig ausgebildet sind, wie beispielsweise makroskopisch der abknickbare Bereich eines Trinkhalmes.

[0031] Gemäß einer Variante des ersten Ausführungsbeispiels werden entsprechend ausgebildete Hohlaser an Stelle oder in Verbindung mit den bei einer Karkasse und/oder einem Gürtel verwendeten Stahldrähten o.ä. eines Reifens verwendet.

[0032] In **Fig. 1** und **2** ein zweites Ausführungsbeispiel dargestellt, welches eine Hohlfaser 1 zweiter Ordnung zeigt, die aus einer Mehrzahl von parallel zueinander angeordneter Hohlfasern 2, im Folgenden auch als Basishohlfasern bezeichnet, gebildet ist, die stoffschlüssig miteinander verbunden sind. Die Basishohlfasern weisen beidseitig offene Lumen oder Hohlräume 3 auf und die Wände 4 der Basishohlfasern bilden einen zentralen Hohlraum 5. Anstelle der in Längsrichtung verlaufenden Anordnung der Basishohlfasern kann auch eine wendelförmige Anordnung derselben vorgesehen sein, wie in **Fig. 3** dargestellt. Hierfür werden vorliegend fünf Basishohlfasern miteinander stoffschlüssig verbunden, wobei sie in einer Ebene angeordnet sind, und anschließend gewickelt, wobei die seitlich liegenden Basishohlfasern an ihren Anlageflächen miteinander verbunden werden, insbesondere stoffschlüssig. Dies erfolgt mit Hilfe eines Lösungsmittels. Entsprechend ist auch ein zigarettenartiges Rollen möglich.

[0033] Gemäß einer weiteren Anordnungsmöglichkeit, die in **Fig. 6** dargestellt ist, sind die Hohlfasern 2 radial bezüglich der Längsachse des Hohlfaser 1 zweiter Ordnung angeordnet, so dass mittig wiederum ein zentraler Hohlraum 5 gebildet ist. Dadurch ergibt sich eine im Bereich ihrer Wandungen offene Hohlfaser 1 zweiter Ordnung.

[0034] Ebenfalls kann die Hohlfaser 1 zweiter Ordnung auch durch eine "mehrschichtige" Wand 4 mit wabenförmigen, durchgehenden Hohlräumen 3 gebildet sein. Ein Schnitt durch eine derartige Wandung ist in **Fig. 4** schematisch dargestellt. Hierbei werden mehrere Folien, in **Fig. 4** sind hiervon vier dargestellt, bereichsweise miteinander stoffschlüssig verbunden, so dass sich bei einem Auseinanderziehen die dargestellte Wabenform mit durchgehenden Hohlräumen ergibt, weshalb hierauf auch als Hohlfaser Bezug genommen wird. Die Folien weisen zumindest im später freiliegenden Bereich, eine Beschichtung mit Bor-dotiertem Diamant auf.

[0035] Das Auseinanderziehen und Verbinden einander gegenüberliegender Seiten kann im Prinzip in beliebiger Richtung erfolgen, jedoch erfolgt es bevorzugt derart, dass - bei Vorsehen einer deutlich größeren Anzahl von Folien - die in **Fig. 4** oben und unten dargestellte, das heißt die jeweils oberste und unterste Folie miteinander verbunden wird, insbesondere stoffschlüssig, entsprechend der Verbindung der anderen Folien untereinander. Ein Ausschnitt einer Ansicht einer so hergestellten Hohlfaser 1 ist in **Fig. 5** dargestellt. Im Inneren der Hohlfaser 1 ist ein sich in Längsrichtung der Hohlfaser 1 erstreckender Hohlraum 5 ausgebildet.

[0036] Auf Grund der extrem großen Oberfläche eignet sich eine derartige Hohlfaser 1 unter anderem zur Reinigung von Wasser. Dabei sind in Folge der guten Wärmeableitung eines entsprechenden Elements mit einer Mehrzahl derartiger Hohlfasern 1 auch extreme Anwendungsfälle möglich, bei denen neben einer Reinigung auch eine Kühlung oder gegebenenfalls auch eine Wärmeerleitung in das zu reinigende Medium erfolgen soll.

[0037] Als weitere Anwendungen kommen beispielsweise ein Thermoelement zur Messung von Oberflächentemperaturen, ein Heizleiter oder ein Heizelement in Frage. Das Heizelement kann für eine Hyperthermie-Tumor-Direktheizung verwendet werden und insbesondere als Einzelfaser ausgebildet sein, die in den Tumor eingeführt ist, wobei eine Temperaturüberwachung erfolgt und die Temperatur beim Beheizen auf zwischen 37 und 42°C, im Bedarfsfall zur lokalen Überhitzung des Tumors auch darüber, liegt. Ferner kann eine volltransparente Oberflächenbeheizung mittels Strom erfolgen.

- 1 Hohlfaser zweiter Ordnung
 - 2 Hohlfaser, Basishohlfaser
 - 3 Hohlraum
 - 4 Wand
 - 5 zentraler Hohlraum
- Element zur Wärmeableitung, dadurch ge

Seite 5 --- ()

kennzeichnet, dass das Element mit einer Beschichtung aus mit Bor-dotiertem, elektrisch leitendem Diamant versehen ist. Element nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Element einen oder eine Mehrzahl von Hohlräumen aufweist, deren Längserstreckung größer als ihr hydraulisch gleichwertiger Durchmesser ist. Element nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass unter der Beschichtung aus Diamant als Basismaterial oder als Schicht Silizium, Siliziumcarbid, Zirkoniumoxid, Aluminiumoxid, Saphir und/oder Leukosaphir vorgesehen ist. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Element aus Hohlfasern (1, 2) gebildet ist oder Hohlräume (3, 5) aufweist, deren Längserstreckung größer als deren hydraulisch gleichwertiger Durchmesser ist. Element nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Element textile Eigenschaften aufweist. Element nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Element gestrickt oder gewoben ist oder zumindest einen gestrickten oder gewobenen Bereich aufweist. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Element Abmessungen von maximal 10 µm, insbesondere von maximal 6 µm, in mindestens zwei Richtungen aufweist, wobei die Längserstreckung in der dritten Richtung deutlich größer als die maximale Längserstreckung in den anderen Richtungen ist. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein einzelnes Element als Folie oder Hohlfaser ausgebildet ist, wobei es eine Wandstärke von maximal 1 µm, insbesondere von 10 bis 100 nm, aufweist. Element nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bor-dotierte Diamantbeschichtung eine sehr geringe Dicke, insbesondere von 3 bis 10 Atomlagen, aufweist. Bauteil, gekennzeichnet durch ein Element nach einem der Ansprüche 1 bis 9. Bauteil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Bauteil, abgesehen vom Element, im Wesentlichen aus einem Leichtmetall, insbesondere Aluminium oder Magnesium, oder einer Leichtmetall-Legierung besteht. Verwendung eines Elements, insbesondere bestehend aus Hohlfasern, gemäß einem Ansprüche 1 bis 9, in einer Bremsscheibe, einer Kupplungsscheibe, einem Werkzeug, insbesondere einem spanabhebenden oder dem Trennen dienenden Werkzeug, einem Lager, einem Zylinder oder Kolben für einen Motor oder einem Fahrzeug-Reifen. Verwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Element in ein anderes Material eingegossen ist. Verwendung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Material, in welches das Element eingegossen ist, ein Leichtmetall, insbesondere Aluminium oder Magnesium, oder eine Leichtmetall-Legierung ist. Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Seite 6 --- ()

Seite 7 --- ()